УДК 519.874

МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ И АЛГОРИТМЫ АДРЕСНОЙ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ

О.М. Замятина, В.Н. Тюльменков

Томский политехнический университет
E-mail: oxa@aics.ru

Рассмотрены методы организации адресного склада и предложен собственный метод, который реализован в виде алгоритмов автоматизированного размещения и автоматического подбора товара при комплектации заказа. Алгоритмы реализованы в виде модуля «Адресный склад» для предприятия ООО «Лама» (г. Томск).

Введение

Современные тенденции развития дистрибьюторской сети показывают, что все более важную роль играет организация складского хозяйства. Тем более, что все чаще появляющиеся в российских городах супермаркеты также являются складами. Современный крупный склад – это сложное техническое сооружение, которое состоит из многочисленных взаимосвязанных элементов, имеет определенную структуру и выполняет ряд функций по преобразованию материальных потоков, а также накоплению, переработке и распределению грузов между потребителями. Основное назначение склада – концентрация запасов, их хранение и обеспечение бесперебойного и ритмичного выполнения заказов потребителей. Основными задачами любого склада являются: прием товара и его размещение; хранение товара без утраты его потребительских качеств; своевременная и качественная комплектация заказов; «прозрачность» и возможность проведения инвентаризации товарно-материальных ценностей [1, 2].

В работе современного складского комплекса возникает целый ряд проблем, связанных с несовершенством организации информационных и материальных потоков [3]:

- неэффективное использование складских ресурсов, людей и оборудования;
- потери товара, связанные с истечением срока его реализации;
- низкая скорость комплектации товара;
- недокомплектация заказов и т. д.

Все эти проблемы приводят к экономическим потерям предприятия и снижению эффективности его функционирования.

На российских предприятиях до недавнего времени вся работа склада велась вручную, а именно, вся информация хранилась на карточках, и персонал склада оперировал карточной системой. Несколько позже стали появляться системы, автоматизирующие работу склада, но в настоящее время и эти системы не справляются с темпами развития данной отрасли и покупательским бумом.

Адресный склад и методы его организации

На сегодняшний день наиболее эффективным методом решения возникающих проблем и организации складского хозяйства является внедрение информационной системы (ИС), которая получила название ***адресный склад*** или ***адресная система хранения***. Адресный склад – это автоматизированный процесс оптимизации размещения товара на складе с учетом характеристик склада (размеры, количество ячеек и т. д.) и товара (размер, тип, условия хранения), а также системное управление загрузкой/отгрузкой товара [1, 3].

Чаще всего практическая программная реализация адресного склада осуществляется в ИС класса ERP (Enterprise Resource Planning) в рамках проведения комплексной автоматизации предприятия. К сожалению, представленные на российском рынке ERP-системы только декларируют работу модуля «Адресный склад». На практике эти системы (MS Axapta 3.0, 1С: Предприятие и др.) не обеспечивают требований современных предприятий, поэтому разработка, проектирование и реализация адресной системы хранения полностью лежит на пользователях.

В рамках этой работы рассмотрены достоинства и недостатки существующих методов организации адресного склада, предложен собственный метод и разработаны алгоритмы, которые реализованы с использованием ERP-системы Axapta 3.0 в виде отдельного модуля «Адресный склад» для ООО «Лама» (г. Томск).

В настоящее время существует два метода организации адресного склада: ***динамическое*** и ***статическое*** хранение.

При ***статическом*** хранении требуются дополнительные и постоянные усилия, направленные на оптимизацию размещения товара на складе (разбиение на товарные группы), т. к. за каждой товарной группой жестко закрепляется определенная область склада (определенное количество ячеек). Поступающий на склад товар размещают только в те адреса хранения, которые принадлежат области хранения соответствующей товарной группы.

Основные преимущества такого метода хранения заключаются в «прозрачности» размещения товара на складе (вся группа товара в одном месте, минимальные затраты времени на обучение нового персонала) и возможности быстрого распределения поступающего товара (при условии, что ассортимент компании не претерпевает кардинальных изменений). Главным недостатком этого метода является услож-

нение технологии размещения при неравномерном заполнении товаром разных групп «своих» жестко закрепленных областей хранения [3].

При ***динамическом*** хранении за конкретным наименованием товара не закрепляется определенная область склада. Размещение вновь поступающих ценностей производится по принципу камеры хранения – товар определяют на любое свободное пронумерованное место хранения. При отгрузке необходимое количество товара списывается с места хранения. Все многочисленные операции прихода и расхода по нумерованным ячейкам (местам хранения) учитываются в системе.

Основные преимущества такого метода хранения сводятся к тому, что он не требует трудозатрат и дополнительного времени на постоянное проведение ассортиментного анализа по оборачиваемости и востребованности товара при комплектации, а также позволяет максимально эффективно использовать складские площади.

К недостаткам этого метода следует отнести сложность поиска товара на складе, особенно при большом количестве наименований (от тысячи), в случае возникновения ошибок учета (сбоев в информационной системе), и существенная зависимость от конкретного кладовщика-комплектовщика, который владеет информацией о нахождении товара. На практике использование этого метода также затруднено тем, что товар неоднороден и требуются различные условия его хранения и размещения.

На основе имеющегося опыта и проведенного анализа осуществляющих методов хранения при проектировании адресной системы хранения на предприятии ООО «Лама» (г. Томск) было принято решение о комбинации двух данных методов (далее ***метод комбинированного хранения***). Благодаря такой комбинации можно компенсировать недостатки одного метода достоинствами другого, и наоборот. Т. о., расположение группы товаров в определенном месте склада положительно сказывается на эффективности работы складского комплекса, т. к. очень часто заказ состоит из товаров одной или нескольких товарных групп, что увеличивает скорость сборки заказа, поскольку для его комплектации необходим минимум перемещений по складу (товар расположен рядом).

Рассмотрим более подробно предлагаемый метод комбинированного хранения. Схема метода, описанная с помощью IDEF3-модели, приведена на рис. 1.

Товар поступает в зону приемки, где он принимается по качеству и количеству. Информация о поступлении товара на склад вносится в ИС. Далее определяется, в какую товарную группу товар войдет. Для каждой товарной группы задается зона хранения, состоящая из нескольких областей хранения, причем для каждой товарной группы внутри зоны задается приоритет каждой области. Область представляет собой совокупность равнозначных ячеек и поэтому не имеет значения, в какую ячейку области товар будет размещен. Информация о товарных группах, соответствующих им зонам хранения и областям хранения, а также приоритеты областей внутри зоны, должна быть заранее занесена в ИС.

После определения зоны хранения для товарной группы выбирается наиболее приоритетная область и если в ней имеется свободное место, достаточное для размещения товара, то под него резервируется место. Если в наиболее приоритетной области нет ячейки для размещения, то в следующей по приоритету области ищется место и так далее, пока не будет найдена ячейка со свободным местом. Если место не найдено, то место под товар может быть выбрано вручную.

Таким образом, на складе зоны хранения реализуют метод статического хранения, а размещение товара внутри каждой зоны реализует метод динамического хранения. За счет такого сочетания методов предполагается наиболее эффективно и гибко организовать адресную систему хранения.

Для дальнейшего проектирования адресной системы хранения были разработаны алгоритмы, являющиеся основой модуля «Адресный склад» и реализующие предложенный метод комбинированного хранения.

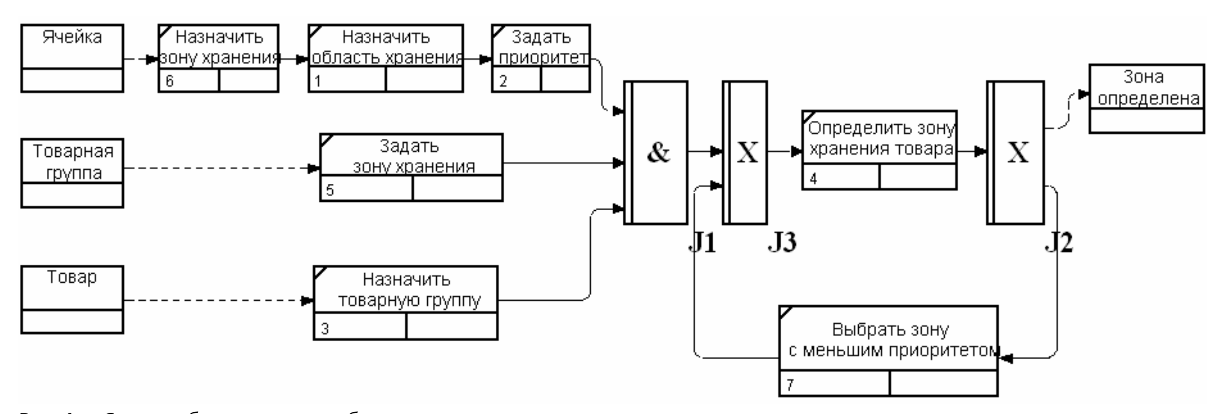


Рис. 1. *Схема работы метода комбинированного хранения*

Алгоритм автоматизированного размещения товара на складе

Для работы алгоритма автоматизированного размещения товара на складе необходимо задать логическую структуру склада. Логическая структура склада реализует предлагаемый метод комбинированного хранения.

Логическая структура склада.

Склад может быть поделен несколькими различными способами, например, в зависимости от групп номенклатуры и с использованием АВС-анализа (АВС-анализ – это метод, в основу которого заложены правила оборачиваемости номенклатуры). Такая группировка склада осуществляется с помощью функциональности областей хранения [2]. Склад разбивается на области хранения – территории склада, имеющие однотипные параметры (например, близость к зонам приемки и отгрузки, одинаковый температурный режим, режим охраны и т. п.). Делается это сопоставлением каждой ячейке хранения области хранения. Ячейка может принадлежать только одной области хранения. В свою очередь, области хранения объединяются в зоны хранения. Зоны хранения – это упорядоченный список областей хранения, причем упорядоченный в соответствии с приоритетом области внутри зоны [3]. Зона может состоять из одной области. Одна область хранения может быть частью нескольких зон хранения. Для определения области хранения необходимо задать ряд атрибутов для каждой области. Этот набор должен содержать следующие атрибуты:

- приоритет: приоритет области внутри зоны;
- класс АВС: класс может принимать значения *A*, *B*, *C*, определяющий, товары какого класса (в соответствии с АВС-анализом) предпочтительно хранить в данной области.

Местоположение номенклатуры на складе задается не через область хранения, а через зону. Каждой товарно-номенклатурной группе ставится в соответствие зона. Это позволяет механизму определения ячеек хранения для вновь прибывшего товара более гибко использовать складское пространство. Если зона хранения состоит из нескольких областей, и при попытке поместить товар в первой области хранения зоны, система обнаружит нехватку места, то она попытается поместить этот товар в следующей области, причем поиск осуществляется в соответствии с приоритетами областей внутри области.

Обобщенная схема работы алгоритма автоматизированного размещения товара на складе приведена на рис. 2. Принцип работы предлагаемого алгоритма следующий: для товара, поступающего на склад, определяется товарно-номенклатурная группа, в которую он входит. По коду товарно-номенклатурной группы определяется зона для хранения. Далее, для определения области, в которую будет помещен товар, возможен один из нескольких путей:

1. Размещение товара в свободные ячейки.

Для размещения товара в свободные ячейки необходимо, чтобы был задан приоритет области внутри зоны. В порядке приоритета в каждой области ищется свободная ячейка, и в первую найденную свободную ячейку размещается товар.

2. Размещение в соответствии с АВС-классификацией (при размещении контролируется совместимость). Для предупреждения ошибки отбора можно запретить нахождение товара с разными сериями, сроками годности или номерами партий в одной ячейке, если это требуется.

Способ нормирования и контроля состояния запасов, заключается в разбиении номенклатуры *N* всех потребляемых ресурсов материальных, реализуемых ценностей и других на три собственных неравномощных подмножества *A*, *B* и *C* ($N=A\cap B\cap C$), или класса эквивалентности на основании некоторого формального алгоритма.

В данном случае алгоритм разбиения предлагается следующий: подсчитывается общее количество заявок, поступивших за определенный период, и делится на общее количество позиций в номенклатуре *N*, в результате чего выводится показатель среднего количества заявок *P* на одну позицию номенклатуры *N*.

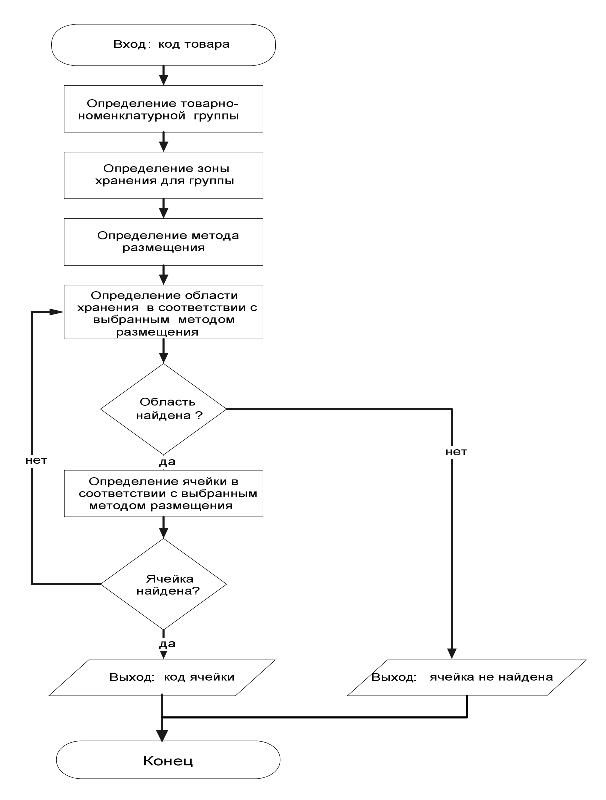


Рис. 2. *Обобщенная схема алгоритма размещения товара*

В свою очередь, подмножества *A*, *B* и *C* могут рассматриваться как упорядоченные множества ($A=<a_1, a_2,...,a_k>$, $B=<b_1, b_2,...,b_l>$, $C=<c_1, c_2,...,c_m>$). Элементами этих упорядоченных множеств могут быть как конкретные виды материальных ресурсов,

так и их первичные группировки $\langle a_i \rangle$ A; $\langle b_i \rangle$ B; $\langle c_i \rangle$ C. Например, в системе снабжения запасными частями a_{i1} может представлять резинотехнические изделия, a_{i2} – крепежные и т. д.

Все элементы множеств, на которые в шесть и более раз превышает P, включаются в подмножество A. В подмножество C включаются все элементы, которые в два и более раза меньше P. Все остальные элементы включаются в подмножество B ($B=(N\setminus A)\setminus C$).

Вероятность возникновения спроса на материальные ресурсы из подмножества A, B и C подчинена различным законам распределения. Установлено, что в большинстве промышленных и торговых фирм примерно 75 % стоимости запасов охватывает около 10 % наименований номенклатуры (подмножество A), 20 % стоимости – соответственно 25 % наименований (подмножество B), 5 % стоимости – 65 % наименований (подмножество C).

Для работы данного метода также необходимо, чтобы был задан приоритет области внутри зоны и класс АВС каждой зоны. К области A относятся наиболее доступные ячейки (чаще нижние полки и полки наиболее близкие к зоне отгрузки, приемки), т. к. в них будет размещаться товар с наибольшим оборотом (товары класса A). К области класса B будут относиться ячейки менее доступные (второй ярус стеллажей), в данной области будет хранится товар со средним оборотом (класс B). К области класса C будут относиться наиболее труднодоступные полки (верхние полки), в данной области будет храниться товар класса C с наименьшим оборотом.

После того, как заданы классы АВС для областей и товаров, при приходе товара определяется его класс и в соответствии с ним в зоне выбираются подходящие области, первоначально проверяется наличие места для размещения в областях того же класса, что и номенклатура, в порядке приоритета областей внутри зоны. Далее, проверяются места в областях других классов. Порядок поиска зависит от класса номенклатуры и приведен в таблице.

Таблица. *Порядок поиска свободной ячейки*

Класс номенклатуры	Порядок поиска
A	A→B→C
B	B→C→A
C	C→B→A

Если запрещено размещение товара с разными сериями, сроками годности или номерами партий в одной ячейке, то это условие также проверяется. Товар размещается в первую подходящую ячейку. Классификацию номенклатуры при размещении в соответствии с АВС-классификацией можно проводить с периодичностью неделя или месяц для учета изменения спроса на товар.

3. Размещение товара в занятые ячейки к идентичному или схожему товару (если это возможно). При размещении к схожему товару контролируется совместимость. Для предупреждения ошибки отбора можно запретить нахождение товара с разными сериями, сроками годности или номерами партий в одной ячейке, если это необходимо.

При размещении товара в занятые ячейки к идентичному или схожему товару необходимо, чтобы был задан приоритет области внутри зоны. В порядке приоритета в каждой области ищется ячейка с товаром из той же товарно-номенклатурной группы, что и размещаемый товар. Если запрещается размещение товара с разными сериями, сроками годности или номерами партий в одной ячейке, то это условие проверяется, а товар размещается в первую подходящую ячейку.

4. Размещение товара в занятые ячейки к любому товару. Может использоваться для экономии места на складе, необходимо, чтобы был задан приоритет области внутри зоны. В порядке приоритета в каждой области ищется ячейка с товаром, проверяется возможность размещения товара в данной ячейке, и в первую подходящую ячейку размещается товар.

После того, как определена ячейка в соответствии с одним из четырех возможных путей, пользователю выдается сообщение с ее кодом, т. е. персонал склада может разместить товар согласно найденной свободной ячейке.

Алгоритм автоматического подбора товара при комплектации заказа

Для реализации алгоритма автоматического подбора товаров по различным критериям, необходимо ввести дополнительный набор атрибутов для товаров, поступающих на склад. Далее, такой набор атрибутов будем называть складской аналитикой. Складская аналитика должна содержать следующий набор атрибутов:

- номер партии: группируются товары, поступившие на склад в одно время;
- группа годности: группирует товары по срокам хранения (годности). Как правило, к одной группе относят продукты, изготовленные на непрерывном производстве в одинаковых условиях в одно и то же время;
- серийный номер: уникальный идентификатор изделия, серийный номер;
- идентификатор паллеты: паллета (поддон, тара), на которую помещен груз;
- ячейка: ячейка хранения на складе, вместе со складом однозначно определяет местоположение груза;
- склад: склад хранения товара.

Обобщенная схема автоматического подбора товаров при комплектации товара представлена на рис. 3. Алгоритм подбора работает следующим образом: выбирается необходимый товар на складе с отображением кодов аналитики, и пользователь выбирает, из какой ячейки берется товар для комплектации.

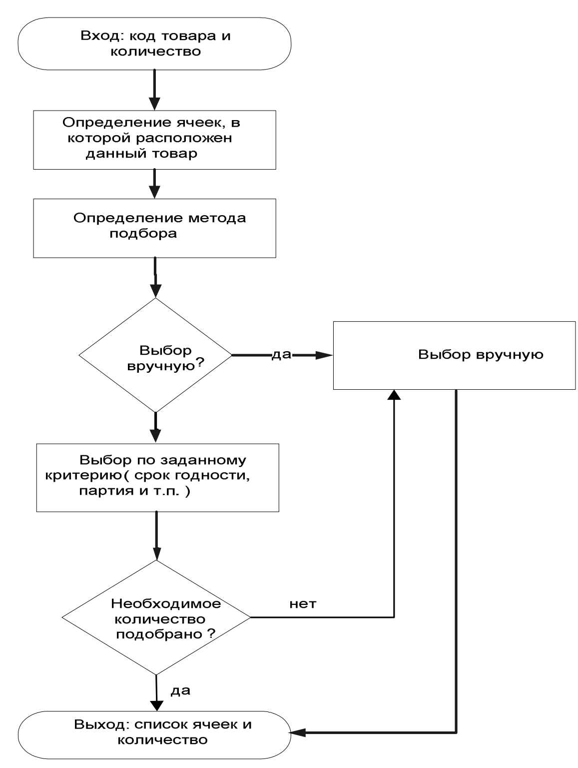


Рис. 3. *Обобщенная схема алгоритма подбора товара*

В свою очередь, алгоритм автоматического подбора товара может реализовывать следующие методы:

1. Отбор товара по партиям (FIFO – First In, First Out, LIFO – Last In, First Out, вручную).

Для реализации данного метода необходимо, чтобы для товара были заполнены следующие коды аналитики: склад, ячейка, номер партии.

Принцип работы этого метода отбора следующий: когда товар приходит на склад, всем товарам присваивается номер партии, фиксируется дата и время прихода партии. Затем можно отобрать товар по принципу FIFO – первый пришел, первый ушел; LIFO – последний пришел, первый вышел; либо можно подобрать товар вручную.

2. Отбор по срокам годности (FEFO – First Expired, First Out, LEFO – Last Expired, First Out, вручную).

Для реализации данного метода необходимо, чтобы для товара были заполнены следующие коды аналитики: склад, ячейка, группа годности.

Принцип работы этого метода следующий: когда товар приходит на склад, для каждого товара определяется группа годности, дата изготовления и срок годности товара. Затем можно отобрать товар по принципу FEFO – товар, у которого период годности наименьший, уходит со склада первым; LEFO – товар, у которого период годности наибольший, уходит со склада первым; либо можно подобрать товар вручную.

3. Алгоритм отбора товара вручную по серийным номерам, по местоположению.

Для реализации данного метода необходимо, чтобы для товара были заполнены следующие коды аналитики: склад, ячейка, идентификатор паллеты, серийный номер.

Заключение

На основе разработанных алгоритмов была спроектирована логическая модель модуля «Адресный склад». Проведена работа по практической реализации модуля с использованием среды разработки MorphX Development Suite ERP-системы Axapta 3.0 [4, 5], позволяющая спроектировать, написать, отладить и скомпилировать код. Модуль «Адресный склад» внедрен и успешно используется на предприятии ООО «Лама», г. Томск.

Проведенные исследования экономической эффективности показали [3], что после внедрения адресной системы хранения на предприятии удалось повысить эффективность работы персонала склада (контролеров – на 17 %, комплектовщиков заказов – на 49 %) и снизить уровень ошибок комплектования на 72 %.

Итак, в качестве основных результатов работы можно выделить следующие:

1. Проведено сравнение методов организации адресного склада. Выявлены достоинства и недостатки методов статического и динамического хранения.
2. Предложен собственный метод комбинированного хранения, позволяющий эффективно и гибко организовать адресную систему хранения, за счет того, что зоны хранения реализуют метод статического хранения, а размещение товара внутри каждой зоны реализует метод динамического хранения.
3. Разработан алгоритм автоматизированного размещения товара на складе, реализующий предложенный метод комбинированного хранения. При размещении товара внутри зоны алгоритм может работать по нескольким правилам: размещение товара в свободную ячейку, размещение в соответствии с АВС-методом, размещение к схожему товару, размещение товара в любую ячейку. При размещении учитываются весогабаритные характеристики товара и заполненность ячейки.
4. Разработан алгоритм автоматического подбора товаров при комплектации заказа. Для автоматизации отбора товара при комплектации были реализованы три метода отбора: по партиям, по срокам годности и вручную. При реализации этих методов была введена складская аналитика, которая позволяет учитывать товар на складе в разрезе партий, серийных номеров, сроков годности. Учет товар в разрезе складской аналитики и разработанный алгоритм позволяют снизить убытки фирмы при истечении срока годности товара, а также наиболее эффективно использовать складское пространство.

Все это позволяет повысить конкурентоспособность предприятия, т. к. любое предприятие имеет в своей организационной структуре подразделение складского хозяйства, независимо от того, каким видом деятельности оно занимается – торговлей или производством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюльменков В.Н., Замятина О.М. Эффективное управление складом на базе адресной системы хранения // Молодежь и современные информационные технологии: Сб. трудов 4-ой Всеросс. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2006. – С. 225–227.
2. Шрайбфедер Д. Эффективное управление запасами. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 304 с.
3. Сергейчев А.Ю. Организация и внедрение адресной системы склада // Складские технологии. – 2005. – № 6. – С. 17–19.
4. Соболев А. Управление складом в Microsoft Axapta. – http://www.sibinfo.ru/warehouse.management.axapta.442.aspx. – 04.08.2006.
5. Еременко А., Шашков Р. Разработка бизнес-приложений в Microsoft Buisness Solution Axapta версии 3.0. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 503 с.

УДК 004.65